

DE
⑤1

Int. Cl. 2:

H 02 K 19/06

①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 26 20 935 A 1

①1

Offenlegungsschrift 26 20 935

②1

Aktenzeichen:

P 26 20 935.8-32

②2

Anmeldetag:

12. 5. 76

④3

Offenlegungstag:

23. 12. 76

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

17. 6. 75 Frankreich 7518841

⑤4

Bezeichnung:

Motor mit veränderlichem magnetischen Widerstand

⑦1

Anmelder:

Pont-a-Mousson S.A., Nancy (Frankreich)

⑦4

Vertreter:

Bahr, H., Dipl.-Ing.; Betzler, E., Dipl.-Phys.;
Herrmann-Trentepohl, W., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte,
4690 Herne u. 8000 München

⑦2

Erfinder:

Maeder, Claude Robert, Nancy (Frankreich)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DT 26 20 935 A 1

4690 Herne 1,
Froiligrathstraße 19
Postfach 1140
Pat.-Anw. Herrmann-Trentepohl
Fernsprecher: 5 10 13
5 10 14
Telegrammanschrift:
Bahrpatente Herne
Tele x 08 229 853

Dipl.-Ing. R. H. Bahr
Dipl.-Phys. Eduard Betzler
Dipl.-Ing. W. Herrmann-Trentepohl
PATENTANWÄLTE

8000 München 40,
Eisenacher Straße 17
Pat.-Anw. Betzler
Fernsprecher: 36 30 11
36 30 12
36 30 13
Telegrammanschrift:
Babatzpat München
Tele x 5 21 5 3 60

Bankkonten:
Bayerische Vereinsbank München 952 267
Dresdner Bank AG Herne 7-520 499
Postscheckkonto Dortmund 559 69-467

2620935

Ref.: MO 5587 Sj/hr In der Antwort bitte angeben
Zuschrift bitte nach: München Abhofach 3

PONT-A-MOUSSON S.A.
91, Avenue de la Libération
54 Nancy (Frankreich)

Motor mit veränderlichem magnetischen Widerstand

Die Erfindung bezieht sich auf Motoren mit veränderlichem magnetischen Widerstand und bezieht sich insbesondere auf Motoren mit einem festen und einem beweglichen Element, von denen das eine Element mit einer bestimmten Anzahl von auf gezahnten Stufen angebrachten Spulen versehen ist und das andere Element aus einer Masse aus gezahntem magnetischen Material besteht, wobei die Anzahl der Zähne des ersten Elementes sich von derjenigen der Zähne des zweiten Elementes unterscheidet, so daß die Zähne magnetische Kreise mit veränderlichem magnetischen Widerstand zur Erzeugung einer Relativbewegung zwischen den beiden Elementen erzeugen können, wenn die Spulen gemäß einer gegebenen Folge erregt werden.

609852/0632

Zur Erzielung einer derartigen geeigneten Erregungsfolge der Spulen ist es bereits bekannt, derartige Motoren mit einer elektronischen Anordnung zu versehen, beispielsweise mit Thyristoren, die in Serie mit den Spulen geschaltet sind und die zu geeigneten Zeiten mit Hilfe eines transistorisierten Steuerschaltkreises ausgelöst werden.

Um eine derartige elektronische Anordnung beseitigen zu können, die eine komplizierte und kostspielige Anordnung darstellt, hat man bereits versucht, Motoren mit veränderlichem magnetischen Widerstand der eingangs genannten Art an eine Dreiphasen- oder Drehstromquelle anzuschließen und die Steuerung der Spulen des Motors in Abhängigkeit von den Halbperioden des Stromes vorzunehmen. Ein Motor einer derartigen Ausführungsform ist beispielsweise in der FR-Patent-anmeldung 74 18 161 angegeben. Der dort beschriebene Motor erfordert jedoch die Anbringung von in Serie mit den Erregerspulen geschalteten Gleichrichterdioden und kann nur an eine Drehstromquelle angeschlossen werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Motor mit veränderlichem magnetischen Widerstand anzugeben, der sämtliche Vorteile und insbesondere den hohen Wirkungsgrad des oben genannten Motors aufweist und der ohne die Anbringung eines elektronischen Bauteiles direkt an eine Wechselstromquelle angeschlossen werden kann. Ferner soll der Motor, ausgehend vom gleichen Basisprinzip, so ausgebildet sein, daß der bei einer Spannung mit einer Anzahl von beliebigen Phasen arbeitet.

Die Erfindung bezieht sich somit auf einen Motor mit veränderlichem magnetischen Widerstand mit einem festen und einem beweglichen Element, von denen das eine mit einer bestimmten Anzahl von auf zahnförmigen Stufen angeordneten Spulen versehen ist und das andere aus einer Masse aus magnetischem Material besteht, auf dem Zähne zur Erzeugung einer Relativ-

609852/0632

bewegung gegenüber den Zähnen des ersten Elementes angeordnet sind, wobei die Anzahl der Zähne des ersten Elementes verschieden von derjenigen der Zähne des zweiten Elementes ist, so daß die Zähne den magnetischen Widerstand der jeweils aus ihnen mit den Stufen gebildeten magnetischen Schaltkreisen zur Erzeugung einer Relativbewegung der beiden Elemente verändern können, wenn die Spulen von einer mehrphasigen Stromquelle versorgt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Zähne der beiden Elemente der folgenden Gleichung genügt:

$$|Z_I - Z_{II}| = \underline{s} \times \underline{k}, \text{ wobei}$$

Z_I = Anzahl der Zähne des ersten Elementes einschließlich der fiktiven Zähne, die sich zwischen den verschiedenen Stufen befinden können;

Z_{II} = Anzahl der Zähne des zweiten Elementes;

\underline{s} = Anzahl der Stufen pro Phase der Versorgungsstromquelle;

\underline{k} = ein Bruchteil der Phasenanzahl der Stromquelle, der höchstens gleich einem Drittel der Phasenanzahl ist.

Weiterbildende Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Motors sollen im folgenden anhand der Ausführungsbeispiele und anhand der Zeichnungen näher erläutert werden. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Wirkungsweise eines Motors mit veränderlichem magnetischen Widerstand;

Fig. 2 eine schematische Darstellung, teilweise in einem Radialschnitt eines erfindungsgemäßen Motors mit veränderlichem magnetischen Widerstand;

Fig. 3a und 3b und Fig. 4 bis 9 verschiedene Darstellungen zur Erläuterung der Erzeugung der in dem Motor nach

Fig. 2 umlaufenden Felder;

Fig. 10 bis 12 drei Ausführungsbeispiele für den Anschluß des erfindungsgemäßen Motores nach Fig. 2; und in

Fig. 13 bis 15 schematische Darstellungen zur Erläuterung verschiedener möglicher Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Motores.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 soll zunächst einmal die Wirkungsweise eines an sich bekannten Motores mit veränderlichem magnetischen Widerstand oder veränderlicher Reluktanz erläutert werden. In Fig. 1 sind zwei aufeinanderfolgende Stufen A_1 und A_2 des einen Elementes des Motores dargestellt, der im vorliegenden Fall das Festelement oder der Stator S sein soll. Die aus magnetischem Material bestehenden Stufen sind von Spulen B umgeben, die mit einer nicht dargestellten Kommutatoreinrichtung gemäß einer gegebenen Folge erregt werden können. Jede Stufe A_1 und A_2 weist eine gewisse Anzahl von Zähnen D_S auf, vor denen sich die Zähne D_R eines anderen Elementes verschieben können, das im vorliegenden Falle das bewegliche Element oder der Rotor R sein soll; letzterer besteht aus einem magnetischen Material, dem aber nicht a priori eine bestimmte magnetische Polung zukommt. Zwischen den Zähnen des Stators und denen des Rotors ist ein Spalt E angeordnet.

Die Wirkungsweise eines derartigen Motores beruht bekanntlich darauf, daß zwischen den Zähnen D_S des Stators der beiden aufeinanderfolgenden Stufen einerseits und den Zähnen D_R des Rotors andererseits eine gewisse **Verschiebung** d besteht, wobei die Schrittweite der Zähne mit p angegeben ist. Wenn man daher nur die Spule B der Stufe A_1 erregt, so geschieht in der in Fig. 1 wiedergegebenen Stellung nichts, da ja die gegenüber-

- 5 -

liegenden Zähne einander genau gegenüberliegen und daher die Reluktanz des entsprechenden magnetischen Kreises minimal ist.

Wenn man aber die Spulen B der beiden Stufen A_1 und A_2 erregt, so versucht der Rotor eine Stellung einzunehmen, in der die Reluktanz der beiden Kreise minimal ist. Daraus resultiert eine Bewegung des Rotors. Wenn anschließend die Spule der Stufe A_2 allein erregt wird, so folgt daraus eine erneute Verschiebung des Rotors, damit dessen Zähne wieder mit denen der Stufe A_2 ausgefluchtet sind. Diese Wirkung wird unter der doppelten Voraussetzung erreicht, daß $d < p/2$ ist und daß die Spulen B gemäß einer genau vorgegebenen Folge erregt werden.

Es ist einsichtig, daß man bei Anordnung der Vorrichtung längs eines Kreisumfangs einen umlaufenden Motor erhält.

Die Kommutierung oder Umschaltung der Spulen wurde bisher mit Hilfe elektronischer Kommutatoreinrichtungen oder auch unter Ausnutzung der Variation des Wechselstromes durchgeführt, wobei in dem Motor ein oder mehrere umlaufende Felder, beispielsweise mit Hilfe einer Dreiphasenspannung erzeugt werden. Es ist aber bisher nicht möglich gewesen, derartige elektronische Bauelemente, wie z.B. Dioden, völlig wegzulassen, um das oben angegebene System für die Versorgung der Spulen zu verwenden.

Die Erfindung besteht somit darin, die Verschiebung d der Zähne des beweglichen Elementes gegenüber den Zähnen des festen Elementes durch Angabe einer vorgegebenen Relation zwischen der Anzahl der Zähne des festen Elementes und der Anzahl der Zähne des beweglichen Elementes einerseits und dem Versorgungssystem mit Wechselstrom, mit dem man den Motor versorgen will, andererseits anzugeben, wobei diese Relation es ermöglicht, einen ganze Gruppe von Motoren zu bauen, die

609852/0632

- 6 -

- 6 -

sämtlich mit einer mehrphasigen Wechselspannung betrieben werden können, ohne daß die Verwendung irgendeines elektronischen Umschaltelementes erforderlich ist, wie z.B. einer Diode, eines Thyristors oder dergleichen.

Gemäß der Erfindung gilt, wenn

Z_I = Anzahl der Zähne des ersten Elementes einschließlich der Anzahl der fiktiven Zähne, die sich zwischen den aufeinanderfolgenden Stufen dieses Elementes befinden könnten, wenn die Zähnung fortgesetzt wäre,

Z_{II} = Anzahl der Zähne des zweiten Elementes, und

s = Anzahl der Stufen des ersten Elementes pro Phase der Versorgungsspannung sind, die Gleichung

$$|Z_I - Z_{II}| = s \times k$$

wobei k in dieser Gleichung ein Bruchteil der Phasenanzahl n ist, mit der der Motor betrieben werden soll; da es erforderlich ist, mindestens eine Phasenanzahl von 3 zu haben, um in dem Motor ein umlaufendes Feld zur Umschaltung des in den Stufen des Motors herrschenden Flusses zu haben, kann k höchstens $n/3$ sein. Auf diese Weise verknüpft die oben angegebene Gleichung die Phasenanzahl der Spannung direkt mit der Differenz der Anzahl von Zähnen des beweglichen Elementes und derjenigen des festen Elementes des Motors.

Da die Größe s die Anzahl der umlaufenden Felder des Motors oder mit anderen Worten die Anzahl von Paaren von erzeugten Polen bestimmt, kann man die Gesamtanzahl von Stufen P des Motors bei Wahl der Anzahl von Stufen pro Phase und der Art der Versorgungsspannung gemäß der Gleichung $P = s \times n$ berechnen.

Ferner lässt sich die Umlaufgeschwindigkeit eines derartigen Motors mit Hilfe der Gleichung

$$\Omega = \frac{60 \cdot \underline{f} \cdot \underline{k}}{Z_I \text{ oder } II}$$

berechnen, wobei Ω = Umlaufgeschwindigkeit in Upm,
 \underline{f} = Frequenz der Versorgungsspannung, und
 Z = Anzahl der Zähne des beweglichen Elementes sind.

Mit Hilfe dieser Gleichungen kann man beispielsweise die folgende Tabelle von verschiedenen Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Motores berechnen, ohne daß die Anzahl der Ausführungsbeispiele auf die in der Tabelle wiedergegebenen beschränkt ist.

TABELLE

veränderliche Größen		Ausführungsformen des Motors						
		A	B	C	D	E	F	G
Anzahl der umlaufenden Felder oder der Stufen pro Phase	ch s	4	2		1			
Stufenanzahl	P	12	12		12			
Phasenanzahl	n	3	6		12			
Phasenanzahl gedrittelt	$\frac{n}{3}$	1	2		4			
Bruchteil der Phasenanzahl, höchstens gleich $\frac{1}{3}$ der Phasenanzahl	$\frac{k}{n}$	1	1	2	1	2	3	4
Differenz $ Z_S - Z_R $	$g \cdot k$	4	2	4	1	2	3	4
Anzahl der Zähne des Stators	Z_S	60	60	60	60	60	60	60
Anzahl der Zähne des Rotors	Z_R	56	58	56	59	58	57	56
Drehzahl des Motors bei einer Frequenz von 50 Hz	Ω	107	52	107	51	103	158	214

Es darf darauf hingewiesen werden, daß die oben angegebene Gleichung sich in gleicher Weise verwenden lässt, wenn das bewegliche Element eine Anzahl von Zähnen aufweist, die größer als diejenige der Zähne des festen Elementes ist.

In Fig. 2 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel wiedergegeben. Der dort angegebene Motor weist einen Stator 1 von kreisförmigem Querschnitt aus einem magnetischen Material auf und besteht aus einem äußeren Ring 2, von dem radial nach innen regelmässig über den Umfang verteilte Stufen 3 nach innen vorspringen, wobei es sich bei der dort angegebenen Ausführungsform um zwölf mit I bis XII bezeichnete Stufen 3 handelt. Jede Stufe des Stators trägt eine Spule 4, deren Verschaltung im folgenden noch näher angegeben werden soll. Die freie Außenfläche jeder Stufe trägt mehrere Zähne 5, im wiedergegebenen Ausführungsbeispiel sind vier Zähne erkennbar. Für die Berechnung der Differenz zwischen der Anzahl der Zähne des Rotors und derjenigen des Stators merkt man sich aber ferner für jede Stufe 3 einen fiktiven Zahn 5F, der zwar nicht körperlich vorhanden ist, aber den man fiktiv als neben den Zähnen der jeweiligen Stufe liegend annimmt, wie es in Fig. 2 punktiert angedeutet ist. Selbstverständlich können diese Zähne 5F in Wirklichkeit aus Fertigungsgründen, insbesondere zur Anbringung der Spulen 4 um die jeweilige Stufe 3, nicht vorgesehen sein. Man erkennt ferner, daß jede Stufe 3 sich zu einem Teil 3a verbreitert, an dem die Zähne 5 angebracht sind. Weiterhin zeigt Fig. 2, daß sämtliche Spulen 4 des Stators in der gleichen Richtung um ihre jeweiligen Stufen 3 gewickelt sind, so daß das von einer Spule auf ihrer jeweiligen Stufe erzeugte magnetische Feld sich auch um die beiden benachbarten Stufen wieder schließen kann.

Der Motor weist ferner einen Rotor 6 in Form eines Rades aus magnetischem Material mit Zähnen 7 an seinem Umfang auf, welche sich vor den Zähnen 5 unter Beibehaltung eines Spaltes 8 zwischen ihnen verschieben, wobei der Stator einerseits und der Rotor andererseits selbstverständlich konzentrisch angeordnet sind. Der Rotor bildet von selbst keinen magnetischen Pol.

Beim wiedergegebenen Ausführungsbeispiel ist jede Stufe 3 des Stators mit fünf Zähnen 5 versehen und es sind zwölf Stufen vorhanden, so daß die Gesamtzahl Z_S der Zähne des Stators einschließlich der fiktiven Zähne $5F$ 60 beträgt.

Wenn man ferner eine Dreiphasen-Versorgungsspannung wählt, so hat man eine Anzahl von Stufen pro Phase $\underline{s} = P/\underline{n}$ von vier, so daß der Motor vier Paare von Magnetpolen aufweist. Unter diesen Voraussetzungen kann somit Z_R den Wert $60 - 4 = 56$ annehmen, wenn $\underline{k} = 1$ ist; Z_R kann aber auch den Wert 64 annehmen, da beide Zahlen die Bedingung erfüllen, daß die Verschiebung zwischen den Zähnen des Rotors einerseits und den Zähnen des Stators der beiden aufeinanderfolgenden Stufen andererseits kleiner als der halbe Abstand zweier Zähne ist.

Setzt man voraus, daß jede Stufe 3 an eine Sinusspannung angeschlossen ist, so wird ihr Feld einen sinusförmigen Verlauf aufweisen, der gegenüber der Spannung um einen Phasenwinkel verschoben ist, welcher insbesondere vom Ohm'schen Widerstand der Spule abhängt. Wenn man unabhängig davon die drei sinusförmigen Kurven der Ströme in den zwölf Spulen I bis XII aufzeichnet (vgl. Fig. 3a), so kann man die in Fig. 3b wiedergegebene Tabelle aufstellen, in der das Vorzeichen und der Wert des jeweiligen magnetischen Flusses in den jeweiligen Stufen bei 30° , 90° , 150° , 210° , 270° und 330° eines Stromzyklus wiedergegeben sind. Es sei hinzugefügt, daß bei diesem Ausführungsbeispiel die Spulen I bis XII gemäß der in Fig. 10

609852/0632

wiedergegebenen Anordnung miteinander verschaltet sind. Aus der in Fig. 3b wiedergegebenen Tabelle ergibt sich, wenn der Fluß in einer Stufe maximal und von einem gegebenen Vorzeichen ist, daß dann die beiden benachbarten Stufen von einem Strom durchflossen sind, der das entgegengesetzte Vorzeichen und einen halb so großen Betrag aufweist.

Man erkennt somit, daß der oben beschriebene Motor sämtliche Vorteile des in der FR-Patentanmeldung 74 18 161 angegebenen Motors aufgrund der oben angegebenen Merkmale aufweist, wobei zusätzlich der beträchtliche Vorteil hinzukommt, daß der Motor direkt an eine Versorgung angeschlossen werden kann, ohne daß irgendwelche Hilfselemente erforderlich sind.

Die Fig. 4 bis 9 geben für jeden der in den Fig. 3a und 3b angegebenen Zeitpunkte die Richtung und den Wert der in den zwölf Stufen des Motors herrschenden Flusses wieder. Man erkennt, daß ein umlaufendes Feld in dem Motor erzeugt wird und daß das Feld einen halben Umlauf bei doppeltem Wechsel des Stromes bewirkt. In der Zwischenzeit wird sich der Rotor 6 um zwei Zähne gedreht haben, so daß die Drehzahl des Motors in Umdrehungen pro Minute den Wert

$$\Omega = \frac{2 \times 50 \times 60}{56} = 107 \text{ UpM}$$

haben wird, wobei die Frequenz der Stromquelle 50 Hz beträgt.

Der Stator 1 und der Rotor 6 können aus beliebigem geeigneten magnetischen Material bestehen, wobei selbstverständlich ein Material mit einer geringen Neigung für Foucault'sche Ströme vorzuziehen ist. Beispielsweise kann man normalen Flußstahl, gestapelte Bleche, z.B. aus Siliziumstahl, Sinterstahl, oder aber Epoxydharze verwenden, in welche Teilchen aus magnetischem Metall, wie z.B. Eisen eingebaut sind.

In Fig. 10 bis 12 sind einige Möglichkeiten der Verschaltung der Spulen 4 des in Fig. 2 wiedergegebenen Motors dargestellt, wobei diese Verschaltung entweder sternförmig (vgl. Fig. 10 und 11) oder dreieckförmig (vgl. Fig. 12) sein kann. Man erkennt, daß die Spulen in Reihe mit ihrerseits paarweise parallel geschalteten Spulen, oder aber sämtlich parallel oder sämtlich in Reihe geschaltet sein können, wie es der jeweils gewählten Ausführungsform entspricht.

Weiterhin ist es möglich, den Motor mit einer Einphasen-Spannung zu betreiben, die in üblicher Weise mit Kondensatoren zur Phasenverschiebung in eine Dreiphasen-Spannung transformiert werden kann.

In Fig. 13 bis 15 sind verschiedene mögliche Ausführungsformen des in Fig. 2 wiedergegebenen Motors dargestellt. Es darf jedoch darauf hingewiesen werden, daß die in Fig. 13 bis 15 wiedergegebenen Ausführungsformen bei sämtlichen Motoren der oben beschriebenen Art verwendet werden können, die der eingangs erläuterten Beziehung genügen.

Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform, bei der zwei bewegliche Elemente 9 und 10 von im allgemeinen zylindrischer Form koaxial zueinander angeordnet sind, wobei das innere Element 9 mit Spulen 11 versehene radiale Stufen trägt, die sich nach außen erstrecken, während das größere Element als innen gezählter Ring ausgebildet ist. In diesem Falle kann das innere Element 9 fest angeordnet sein und den Stator bilden, während das bewegliche Element vom äußeren Ring gebildet ist, jedoch können Stator und Rotor auch in umgekehrter Weise besetzt sein.

In Fig. 14 ist ein Motor wiedergegeben, bei dem zwei Elemente 12 und 13 vorgesehen sind, die von zwei auf der gleichen Achse ausgerichteten Zylinderkörpern ausgebildet sind. Die einander

gegenüberliegenden Flächen der beiden Elemente weisen jeweils eine Reihe von axialen Stufen 14 mit Zähnen und Spulen sowie einen Zahnring 15 auf, der den Zähnen 16 der Stufen des anderen Elementes gegenüberliegend angeordnet ist. Auch in diesem Falle kann jedes der beiden Elemente wahlweise als Stator oder als Rotor verwendet werden.

Fig. 15 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der das Stator-element aus zwei zylindrischen Bereichen 17a und 17b besteht, die coaxial zueinander und zu einem Rotorelement 18 angeordnet sind. Die beiden Bereiche 17a und 17b sind in ähnlicher Weise wie das Element nach Fig. 14 ausgebildet, wobei die Stufen der Klarheit halber nicht eingezeichnet sind. In diesem Falle ist der Rotor 18 an eine den Bereich 17b des Stators durchsetzende Welle 19 angeschlossen und mit Zähnen 20 versehen, die am Umfang den beiden Bereichen 17a und 17b gegenüberliegend angeordnet sind. In diesem Falle gilt die oben angegebene Beziehung selbstverständlich für jede Anordnung, die aus einem Bereich des Stators und einer Gruppe von Zähnen des Rotors besteht, welche sich auf der dem Statorbereich gegenüberliegenden Seite befinden.

Der oben beschriebene Motor stellt somit einen Motor dar, der direkt an eine mehrphasige Stromquelle angeschlossen werden kann und der eine Vielzahl von Ausführungsformen annehmen kann. Insbesondere kann man, ausgehend von einer gegebenen Statoranordnung, dem Motor verschiedene Umlaufgeschwindigkeiten bzw. Drehzahlen erteilen, in dem man entweder für die Rotoren verschiedene Anzahlen von Zähnen verwendet oder indem man die Spulen des Stators an verschiedene mehrphasige Stromquellen anschließt.

Man erkennt ferner, daß die Ausgangsgeschwindigkeiten der oben beschriebenen Motoren relativ gering sind, was in einigen Fällen besonders vorteilhaft sein kann, um üblicherweise ver-

609852/0632

BAD ORIGINAL

- 14 -

wendete Untersetzungsgetriebe zu ersetzen oder um die Motorisierung von bestimmten Steuerungen vorzunehmen.

Patentansprüche:

- 15 -

609852/0632

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Antriebsvorrichtung mit einer mehrphasigen Stromquelle und mit einem Motor mit veränderlicher Reluktanz, letzterer mit einem festen Element und einem beweglichen Element, von denen das eine eine bestimmte Anzahl von auf gezahnten Stufen angeordneten Spulen aufweist und von denen das andere aus einer Masse aus magnetischem Material mit darauf angeordneten Zähnen zur Erzeugung einer Relativbewegung gegenüber den Zähnen des ersten Elementes versehen ist, wobei sich die Anzahl der Zähne des ersten Elementes von derjenigen der Zähne des zweiten Elementes in der Weise unterscheidet, daß die Zähne die Reluktanz der sie jeweils mit den Stufen bildenden magnetischen Kreise zur Erzeugung einer Relativbewegung zwischen den beiden Elementen verändern können, wenn die Spulen von der mehrphasigen Stromquelle versorgt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (4, I-XII) direkt an die mehrphasige Stromquelle angeschlossen und nacheinander von der Stromquelle beaufschlagt sind, so daß jede Spule nach einer ihr unmittelbar benachbarten Spule versorgt wird, und daß die Anzahl der Zähne der beiden Elemente (1, 6; 9, 10; 12, 13; 17a, 17b, 18) der folgenden Gleichung genügen:

$$|Z_I - Z_{II}| = \underline{s} \times \underline{k}$$

wobei Z_I = Anzahl der Zähne (5) des ersten Elementes einschließlich der fiktiven Zähne (5F) die sich angenommenermaßen zwischen den Stufen (3) befinden;

Z_{II} = Anzahl der Zähne (7) des zweiten Elementes;

\underline{s} = Anzahl der Stufen (3) pro Phase der Stromquelle;
und

\underline{k} = Bruchteil der Anzahl der Phasen der Stromquelle kleiner gleich einem Drittel der Anzahl dieser Phasen.

609852/0632

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß sämtliche Spulen (4, I-XII) in der gleichen Richtung auf ihren jeweiligen Stufen gewickelt sind, so daß sich das jeweilige auf eine Stufe erzeugte magnetische Feld um die beiden angrenzenden Stufen schließen kann.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß die beiden Elemente von im allgemeinen zylindrischer und koaxialer Form sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß das erste Element als Stator und das zweite Element als Rotor oder umgekehrt ausgebildet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß das erste Element vom zweiten Element oder umgekehrt umgeben ist.
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 5, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die jeweiligen Zähne auf dem jeweils einander gegenüberliegenden zylindrischen Flächen der beiden Elemente ausgebildet sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß die jeweiligen Zähne auf den jeweils gegenüberliegenden radialen Flächen der beiden Elemente angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß das eine der beiden Elemente aus zwei Teilen besteht, die jeweils eine gleiche Anzahl von Zähnen auf ihren einander gegenüberliegenden radialen Flächen tragen, und daß das zweite Element zwischen den beiden Teilen~~des~~ des ersten Elementes angeordnet ist und auf beiden seiner radialen Flächen Zähne trägt.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (4, I-XII) der Stufen (3, 11, 14) einzeln oder in Gruppen in Form eines Dreieckes oder eines Sternes angeordnet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die an die gleiche Phase der Stromquelle angeschlossenen Spulen in Serie oder parallel geschaltet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die an die gleiche Phase der Stromquelle angeschlossenen Spulen pro Gruppe in Serie geschaltet sind, wobei die Gruppen selbst parallel geschaltet sind.

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der magnetische Kreis von mindestens einem der beiden Elemente aus Weicheisen, aus geschichtetem Blech, aus gesintertem Metall oder aus einem Epoxydharz besteht, in das Teilchen aus magnetischem Metall, wie z.B. Eisen eingearbeitet sind.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zwölf Stufen (3, 11, 14) aufweist und die Spulen (4, I-XII) in der Weise verschaltet sind, daß sie bei Anschluß an eine dreiphasige Versorgungsstromquelle vier Paare von Magnetpolen bilden.

FIG.1

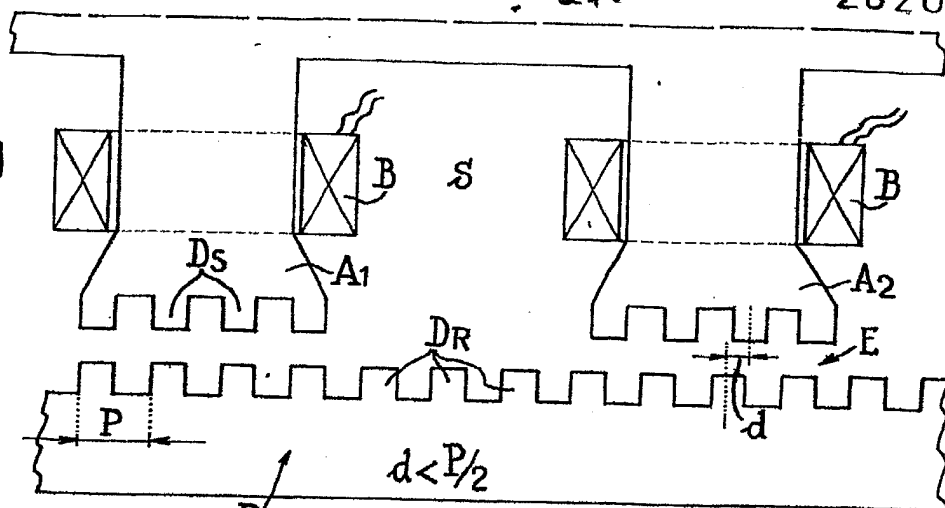


FIG.3a

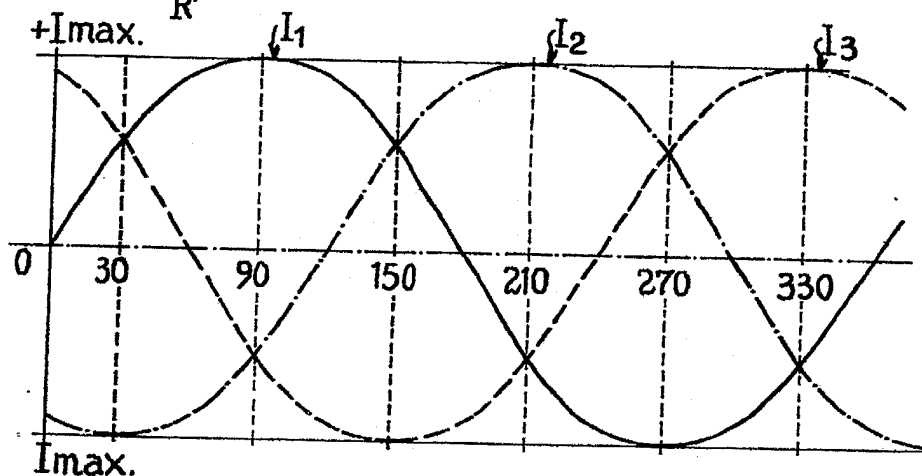


FIG.3b

I	N/2	N	N/2	S/2	S	S/2
II	S	S/2	N/2	N	N/2	S/2
III	N/2	S/2	S	S/2	N/2	N
IV	N/2	N	N/2	S/2	S	S/2
V	S	S/2	N/2	N	N/2	S/2
VI	N/2	S/2	S	S/2	N/2	N
VII	N/2	N	N/2	S/2	S	S/2
VIII	S	S/2	N/2	N	N/2	S/2
IX	N/2	S/2	S	S/2	N/2	N
X	N/2	N	N/2	S/2	S	S/2
XI	S	S/2	N/2	N	N/2	S/2
XII	N/2	S/2	S	S/2	N/2	N

609852/0632

FIG. 2

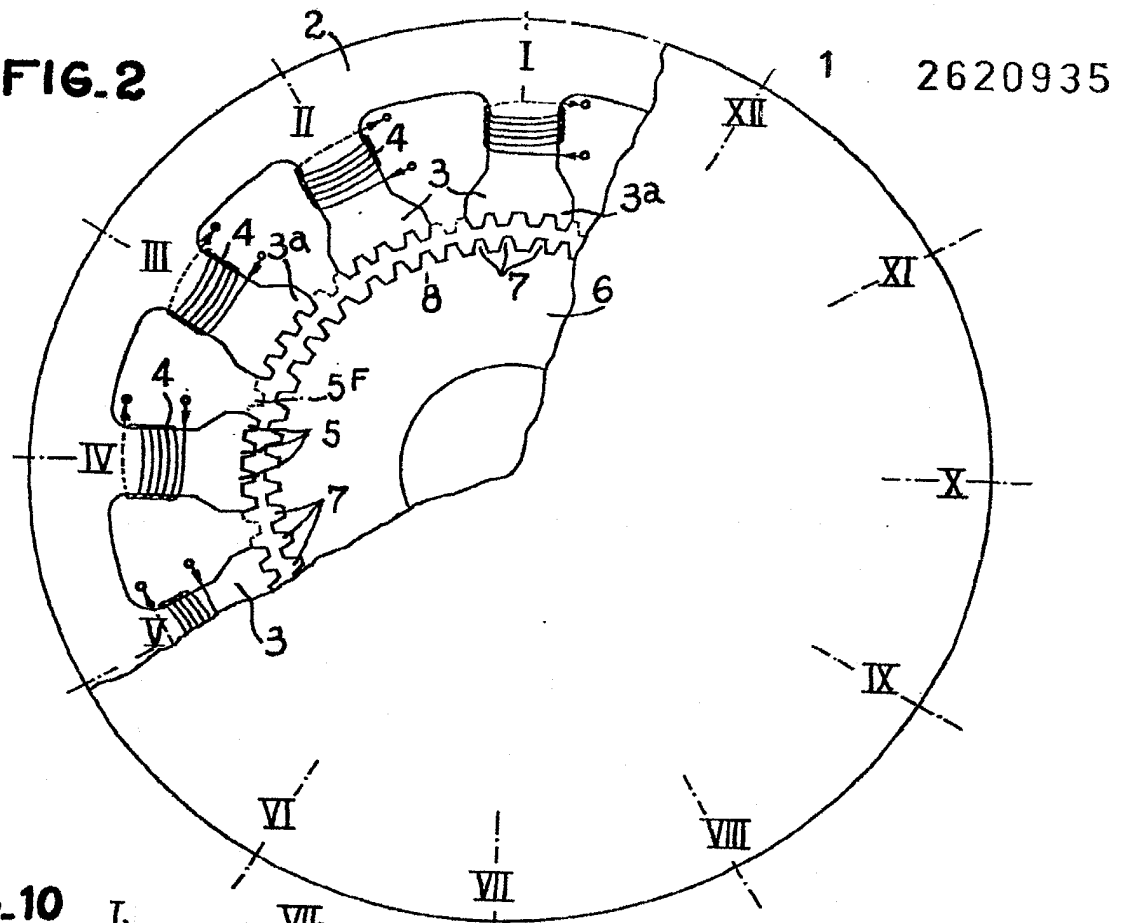


FIG. 10

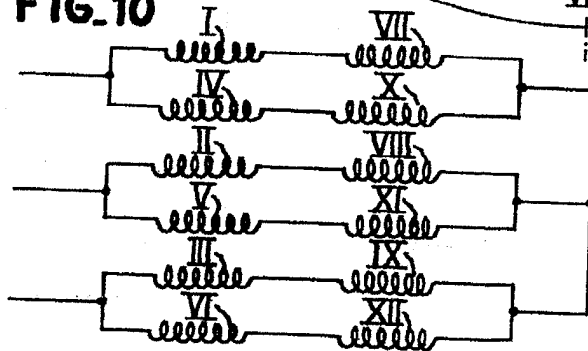


FIG. 12

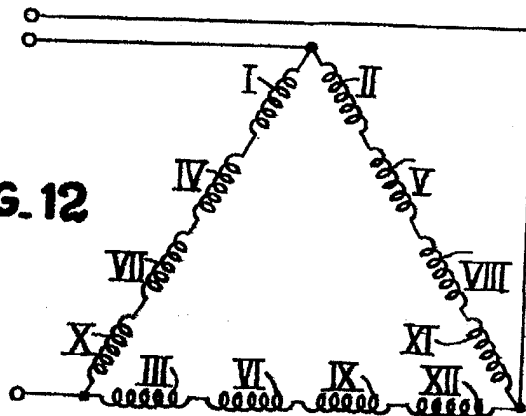
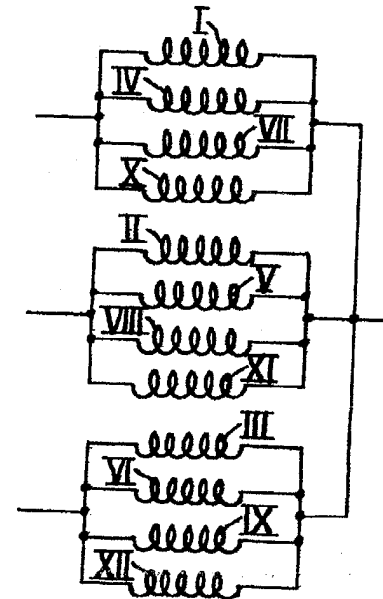


FIG. 11



609852/0632

ORIGINAL INSPECTED

FIG. 4

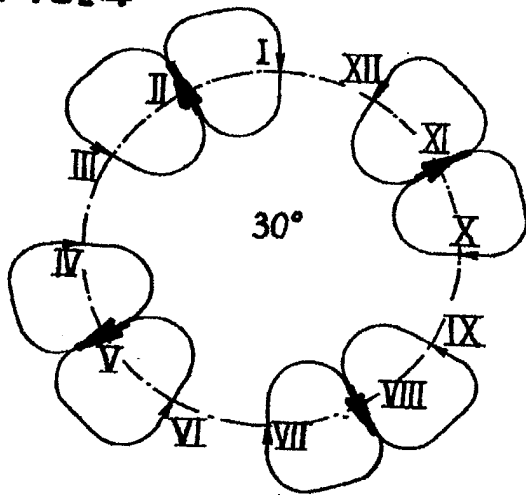


FIG. 5

2620935

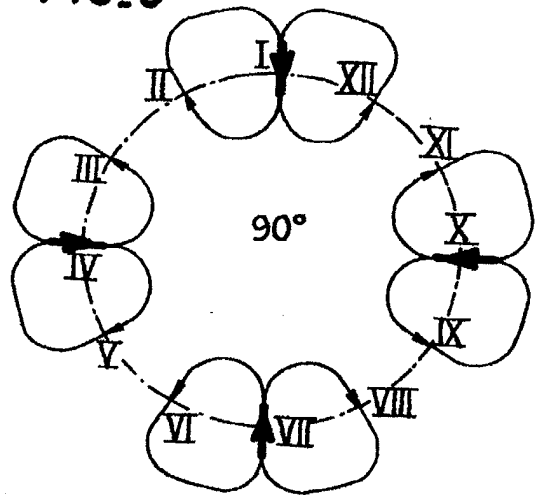


FIG. 6

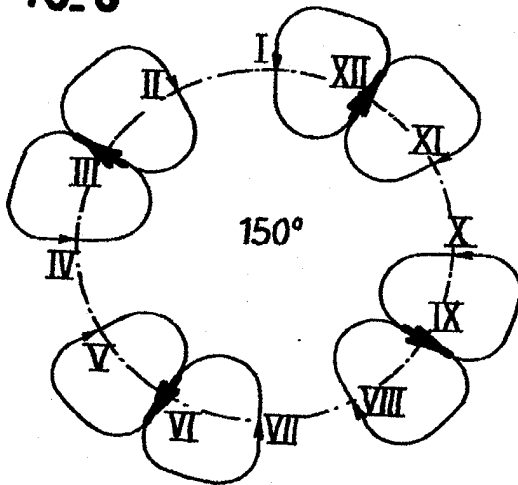


FIG. 7

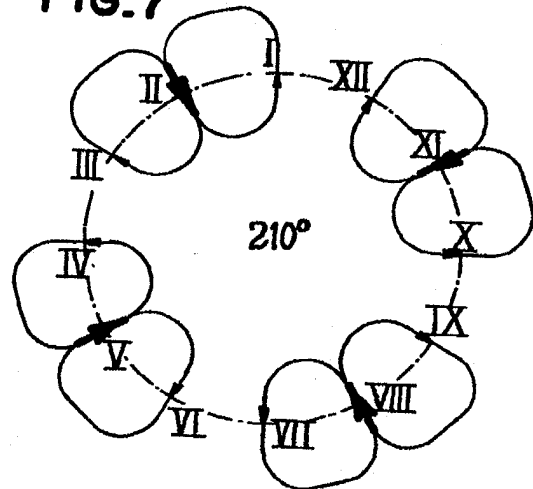


FIG. 8

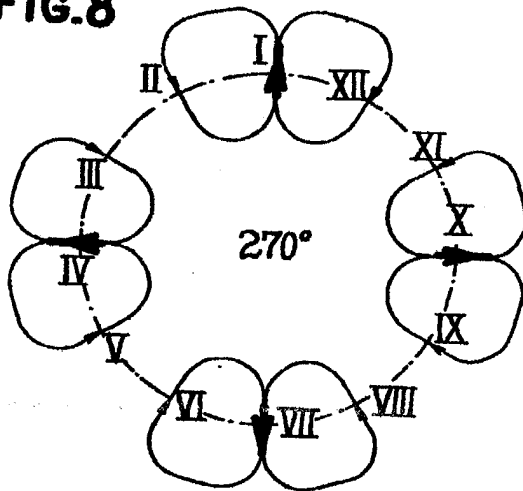


FIG. 9

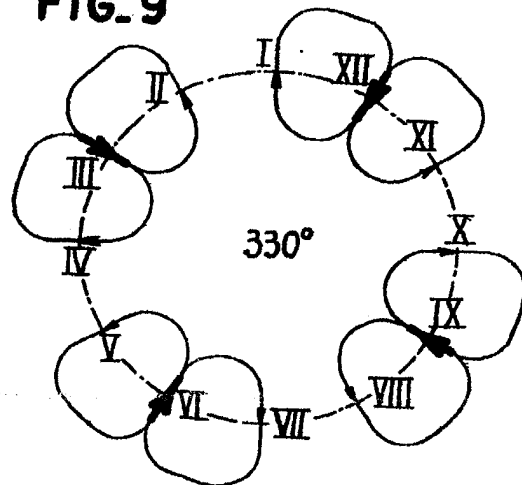


FIG. 13

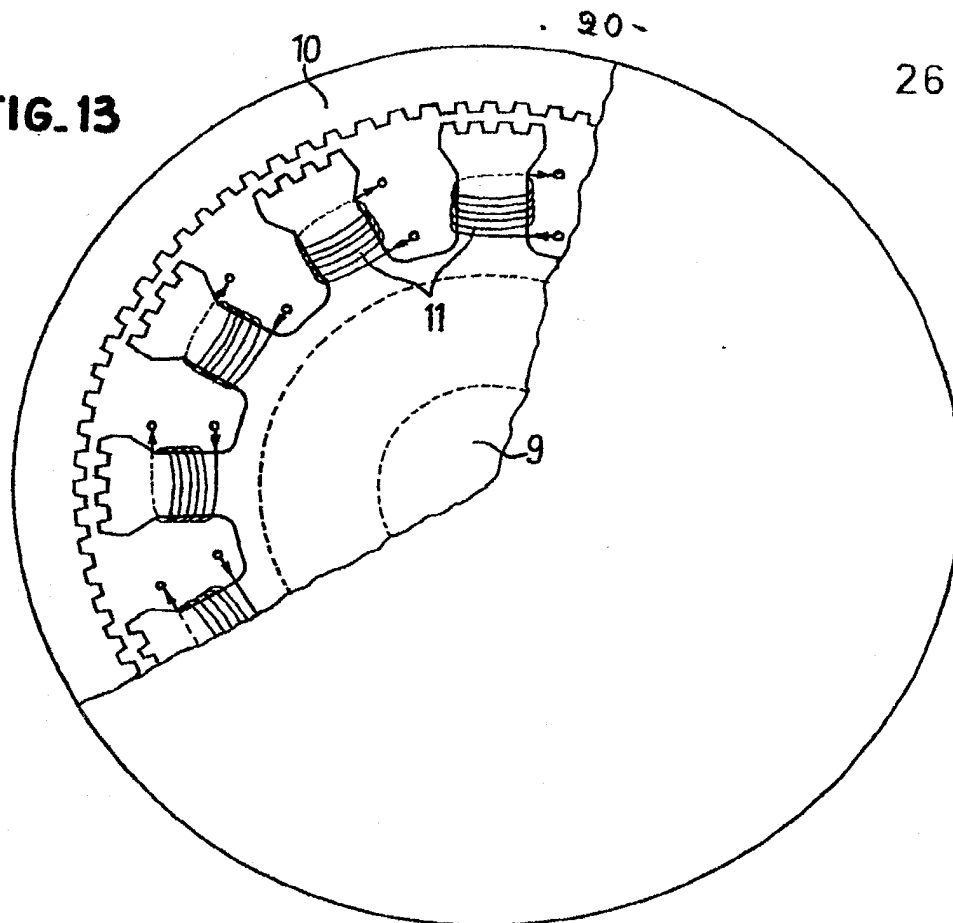


FIG. 14

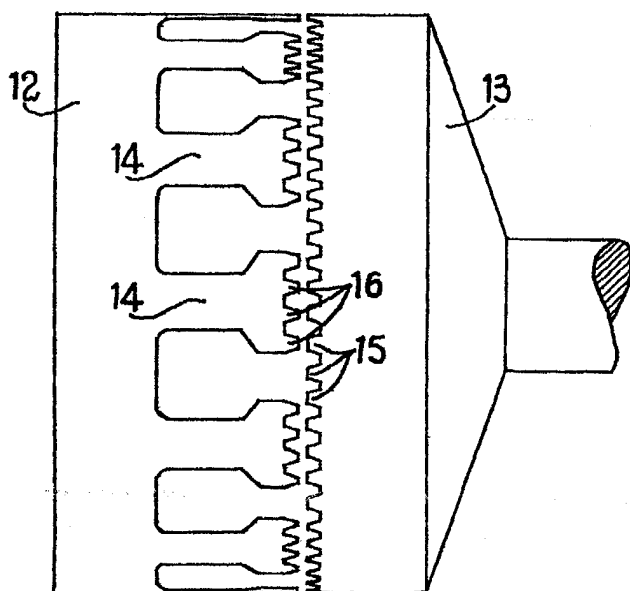
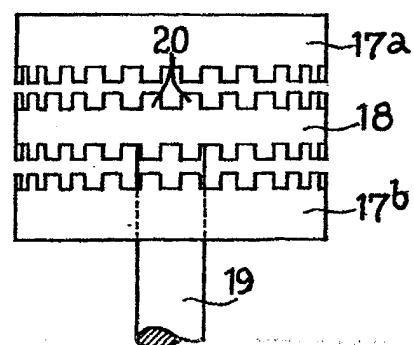


FIG. 15



609852/0632

ORIGINAL INSPECTED